

**COOPERAÇÃO EM TECNOLOGIAS PARA
ANÁLISES HIDROLÓGICAS EM ESCALA
NACIONAL**

**SUBPROJETO – REGIONALIZAÇÃO DE VAZÕES VIA
MODELAGEM HIDROLÓGICA**

**SUMÁRIO EXECUTIVO DO SUBPROJETO DE
REGIONALIZAÇÃO**

IPH-ANA-HGE-SR-R11

Porto Alegre - RS

Outubro 2021

Sumário Executivo do Subprojeto de Regionalização



ESTE MATERIAL FAZ PARTE DE UM CONJUNTO DE RELATÓRIOS CRIADOS NO CONTEXTO DO PROJETO DE COOPERAÇÃO EM TECNOLOGIAS PARA ANÁLISES HIDROLÓGICAS EM ESCALA NACIONAL, ENTRE O INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS (IPH-UFRGS) E A AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA).

AUTORES: Walter Collischonn e Rodrigo Cauduro Dias de Paiva.

COMO CITAR: Collischonn, W., Paiva, R. C. D., 2021. Cooperação em tecnologias para análises hidrológicas em escala nacional: Sumário executivo do Subprojeto de Regionalização: IPH-ANA-HGE-SR-R11. UFRGS: IPH, [Porto Alegre]. ANA, [Brasília].

Porto Alegre - RS

Outubro 2021

O projeto “Cooperação em tecnologias para análises hidrológicas em escala nacional”, realizado pelo IPH-UFRGS em conjunto com a ANA, está dividido em 4 subprojetos:

- (i) Capacitação e transferência tecnológica do modelo hidrológico MGB para aplicações e desenvolvimento na ANA;
- (ii) Desenvolvimento e avaliação de métodos para a regionalização de vazões naturais em escala nacional usando modelagem hidrológica (Modelo MGB América do Sul), e desenvolvimento de base de dados de estimativas de vazões e respectivas incertezas em nível nacional;
- (iii) Avaliação de estimativas de áreas inundadas do modelo MGB;
- (iv) Estimativas de fluxos e estoques hidrológicos em escala nacional com base no modelo MGB aplicadas às Contas Econômicas Ambientais da Água (CEAA) no Brasil. Os produtos esperados incluem novas bases de dados, relatórios, manuais técnicos, cursos de capacitação e publicações técnico científicas.

O objetivo do subprojeto ii, que pode ser denominado “Regionalização de vazões via modelagem hidrológica”, é o desenvolvimento e avaliação de métodos para a regionalização de vazões naturais em escala nacional usando o modelo hidrológico MGB, desenvolvido em escala continental para toda a América do Sul (MGB-AS), além do desenvolvimento de base de dados de estimativas de vazões e estimativa das incertezas em nível nacional em compatibilidade com a base de dados BHO da ANA.

Os produtos gerados no sub-projeto “Regionalização de vazões via modelagem hidrológica” e as principais conclusões do sub-projeto são apresentadas a seguir.

- Foi realizada a integração do modelo hidrológico MGB à base Base Hidrográfica Ottocodificada (BHO) através de dois métodos inovadores, desenvolvidos ao longo do projeto.
 - O primeiro método permitiu transferir resultados de uma base a outra, numa operação de downscaling.
 - O segundo método permite aplicar o modelo MGB diretamente a partir da BHO, fazendo com que, em futuras aplicações, o método de downscaling não seja mais necessário, ou que seja simplificado.
- Foi gerada uma base de dados de vazões de referência obtidas via modelagem hidrológica, utilizando o modelo MGB aplicado em escala continental.
 - Esta base de dados de vazão conta com a vazão média e a vazão Q95, e com bandas de confiança para estes dois valores, em cada trecho da rede de drenagem, e é totalmente integrada à Base Hidrográfica Ottocodificada (BHO).
 - A base conta com estimativas de vazão obtidas pelo MGB em duas formas de aplicação: com e sem a assimilação de dados de postos fluviométricos.
- Foi criado um manual e está sendo preparado um curso para usuários da base de dados de vazões de referência obtida por modelagem hidrológica.
- Foram desenvolvidos métodos para aplicar técnicas tradicionais de regionalização hidrológica em escala nacional.
- Foram desenvolvidas análises dos erros dos métodos tradicionais que permitem prever a incerteza da estimativa da vazão de referência em um trecho de rio qualquer (sem dados), a partir das informações de proximidade dos postos fluviométricos utilizados como base para a estimativa no local sem dados.

- Foi desenvolvido um método baseado em Aprendizado de Máquina (Machine Learning), capaz de regionalizar as vazões de referência em todo o país.
- Foi realizada uma avaliação dos erros das vazões de referência geradas pela técnica da modelagem hidrológica em todo o Brasil, e estes erros foram comparados aos erros de outras técnicas mais tradicionais, e com a técnica de Machine Learning. Esta avaliação comparativa permitiu concluir o seguinte:
 - Em geral, as vazões de referência obtidas com base na modelagem hidrológica, com o modelo MGB de toda a América do Sul, apresentam erros maiores do que aquelas obtidas por técnicas tradicionais e por Machine Learning.
 - A técnica de assimilação de dados diários de postos fluviométricos contribui para reduzir os erros das estimativas das vazões de referência baseadas na modelagem hidrológica, especialmente da Q95. Apesar disso, os erros das estimativas do modelo MGB tendem a ser maiores do que os erros das técnicas tradicionais e de Machine Learning.
 - Em situações bem específicas de disponibilidade de dados na região de interesse, as vazões de referência obtidas com o modelo MGB apresentam erros menores do que alguns métodos tradicionais, notadamente o método da vazão específica incremental.
- Foi gerada uma base de dados adicional de séries de vazões simuladas pelo modelo MGB continental, ao longo do período de 01/01/1980 até 31/12/2014, em intervalo de tempo diário, e com informações sobre a incerteza da vazão de cada dia.
- Foi gerada uma base de dados de indicadores hidrológicos, ou assinaturas hidrológicas, que inclui informações relevantes do ponto de vista da gestão de água e de gestão ambiental em geral, como a data das vazões mínima e máxima anual, o número de reversões de vazão por ano, a declividade da curva de permanência, e o índice de vazão de base.
- Os resultados descritos aqui referem-se a uma aplicação do modelo MGB em escala continental, que teve seus parâmetros calibrados focando em gerar resultados acurados na escala das grandes bacias hidrográficas. Acredita-se que o desempenho do modelo, auxiliado pela técnica de assimilação de dados, possa ser aprimorado em aplicações regionais, ou em futuras versões aprimoradas do modelo continental, em que seria possível calibrar os parâmetros do modelo focando também nos resultados em postos fluviométricos de área de drenagem relativamente pequena.

Os produtos gerados no contexto do Sub-Projeto de Regionalização de Vazões estão resumidos na tabela que segue na próxima página.

Produto	Código	Título
Relatórios de Integração MGB-BHO	IPH-ANA-HGE-SR-T1	MÉTODOS DE DISCRETIZAÇÃO DO MODELO MGB E SUA RELAÇÃO COM A BHO
	IPH-ANA-HGE-SR-T2	MGB-BHO POSTERIOR - TRANSFERÊNCIA DE VAZÕES DE REFERÊNCIA DO MGB-AS PARA A BASE HIDROGRÁFICA OTTOCODIFICADA
	IPH-ANA-HGE-SR-T3	MGB-BHO ANTERIOR
Relatórios de regionalização	IPH-ANA-HGE-SR-R1	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE MÉTODOS DE ESTIMATIVA DE VAZÕES EM LOCAIS SEM DADOS
	IPH-ANA-HGE-SR-R2	ÍNDICES HIDROLÓGICOS DA AMÉRICA DO SUL
	IPH-ANA-HGE-SR-R3	SELEÇÃO DE POSTOS FLUVIOMÉTRICOS
	IPH-ANA-HGE-SR-R4	O EFEITO DA VARIABILIDADE AMOSTRAL SOBRE A ESTIMATIVA DE VAZÕES DE REFERÊNCIA
	IPH-ANA-HGE-SR-R5	O EFEITO DO AJUSTE CLIMÁTICO EM SÉRIES CURTAS SOBRE A ESTIMATIVA DE VAZÕES DE REFERÊNCIA
	IPH-ANA-HGE-SR-R6	AVALIAÇÃO DO MÉTODO DA VAZÃO ESPECÍFICA COM DOADOR ÚNICO EM POSTOS FLUVIOMÉTRICOS DO BRASIL
	IPH-ANA-HGE-SR-R7	AVALIAÇÃO DO MÉTODO DE ESTIMATIVA DE VAZÃO DE REFERÊNCIA EM LOCAIS SEM DADOS A PARTIR DA VAZÃO ESPECÍFICA INCREMENTAL
	IPH-ANA-HGE-SR-R8	ESTIMATIVA DE VAZÃO EM LOCAIS SEM DADOS USANDO MACHINE LEARNING
	IPH-ANA-HGE-SR-R9	ESTIMATIVAS DE VAZÕES DE REFERÊNCIA COM MODELO MGB-SA
	IPH-ANA-HGE-SR-R10	COMPARAÇÃO DE MÉTODOS PARA ESTIMATIVAS DE VAZÕES DE REFERÊNCIA: VAZÃO MÉDIA E Q95
	IPH-ANA-HGE-SR-R11	SUMÁRIO EXECUTIVO DO SUB-PROJETO REGIONALIZAÇÃO
Bases de dados	IPH-ANA-HGE-SR-B1	BASE DE VAZÕES DE REFERÊNCIA MGB
	IPH-ANA-HGE-SR-B2	BASE DE INDICADORES HIDROLÓGICOS DE RIOS DA AMÉRICA DO SUL
	IPH-ANA-HGE-SR-B3	BASE DE SÉRIES DE VAZÃO MGB
Manuais	IPH-ANA-HGE-SR-M1	MANUAL DE BASE DE DADOS: VAZÕES DE REFERÊNCIA
	IPH-ANA-HGE-SR-M2	MANUAL DE BASE DE DADOS: ÍNDICES HIDROLÓGICOS DE RIOS DA AMÉRICA DO SUL
	IPH-ANA-HGE-SR-M3	MANUAL DE BASE DE DADOS: SÉRIES DE VAZÕES MGB-SA OPEN-LOOP E DATA ASSIMILATION
	IPH-ANA-HGE-SR-M4	MANUAL DE USO DO MGB-BHO